

DMX512 프로토콜을 이용한 LED 무선 제어 시스템 설계

서복일, 김재인, 황부현
 전남대학교 전자컴퓨터공학부
 seo.boxer@gmail.com sereno3@naver.com bhhwang@chonnam.ac.kr

The Design of LED Wireless Control System Using DMX512 Protocol

Bok-II Seo, Jae-In Kim, Bu-Hyun Hwang
 Dept of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

요 약

LED는 기존의 광원에 비해 에너지 소모율이 낮고 효율성이 높아 여러 조명 시스템 분야에서 각광을 받고 있다. DMX512 프로토콜은 LED를 제어하는 표준 프로토콜 중의 하나이며 무대 조명, 경관 조명 분야에서 이용되고 있다. 하지만 DMX512 프로토콜은 유선 환경에서 제어되기 때문에 넓은 지역의 조명을 제어하는데 한계가 존재하며 제어 선들의 복잡성, 유지/보수의 어려움 등의 문제점이 존재한다. 이 논문에서는 이러한 유선 환경에서의 문제점을 해결하기 위해 Zigbee를 이용하는 Z-DMX512 프로토콜을 정의하고 이를 이용한 조명 제어 시스템을 설계한다.

1. 서 론

LED는 Light Emitting Diode (발광 다이오드)의 약어로, 전기 발광을 이용한 것이다. 1960년대부터는 전광판이나 계산기 등에 일부 사용되었으나, 에너지 효율이 낮아 보편화되지는 못하였다. 그러나 최근 수년간의 획기적인 발전으로 이제는 LED의 빛 에너지 전환 효율이 형광등보다도 높아져 새로운 광원으로 각광을 받고 있다.

또한 지구의 온난화를 방지하기 위해 1997년 12월 채택된 교토 의정서를 통해 이산화탄소 가스 방출량을 2010년까지는 1990년 수준으로 줄이자는 목소리가 전 세계적으로 확산됨에 따라 소비전력이 적고(1/10), 수명이 기존의 전구에 비해 10배 이상이며 빠른 반응속도(기존 1000배)로 기존의 광원에 비해 매우 우수한 특성을 지니는 LED 기술이 주목 받고 있다.

DMX512 프로토콜은 LED 조명 장치를 제어하는 대표적인 프로토콜로써 무대의 조명 장치나 경관 조명 연출을 위한 프로토콜로 매우 간단하고 견고한 특성을 지닌다. 하지만 기존의 DMX512는 유선환경에서 제어가 이루어지기 때문에 광범위한 지역의 조명을 연출하기 위하여 복잡한 제어선을 구성하게 되고 유지 보수의 측면에서도 어려움이 있다[1].

본 논문에서는 Zigbee를 이용하여 무선 제어 방식으로 DMX512 프로토콜을 구현한 Z-DMX512 프로토콜을 제안한다. 그리고 제안한 프로토콜을 이용하여 무선 제어 LED 조광 시스템을 구현한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 DMX512 프로토콜과 기존의 유선 제어 방식에 대하여 알아본다. 3장에서는 Z-DMX512 프로토콜을 제안하며 4장에는 Z-DMX512를 이용한 무선 제어 시스템을 구현한다. 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 논의한다.

2. 관련연구

2.1 DMX512 프로토콜

DMX는 Digital MultipleX의 약자로 한쌍의 꼬임선을 이용하여 디지털 제어신호를 전달하는 통신 방식이다. USITT(US Institute for Theatre Technology)에서 1986년 조광 제어를 위하여 DMX 프로토콜을 개발하였으며 1990년에 개정이 이루어졌다. 이후 DMX를 향상시킨 DMX512 프로토콜이 제조자들에 의해 공식적으로 채택되기 시작하였으며 무대 조명, 극장 조명의 연출을 위한 제어 방법으로 이용되었다[2].

DMX512 프로토콜은 최근의 조명 기술인 LED와 함께 쓰이면서 화려한 경관 조명, 무대 조명 연출 등에 쓰이고 있다. 이는 DMX512 제어 방법이 단순히 조명 장치의 개폐 수준이 아닌 조광, 프로그램 제어, 팬(pan)/틸트(tilt), 셔터, 타이머 등의 다양한 연출 효과를 만들 수 있기 때문이다. 그리고 LED는 전기에너지를 빛에너지로 직접 변환하기 때문에 전력 소모가 적고, 수명이 길며, 높은 효율성을 제공하기 때문에 이를 적용한 조명 분야가 늘어나고 있는 추세이다.

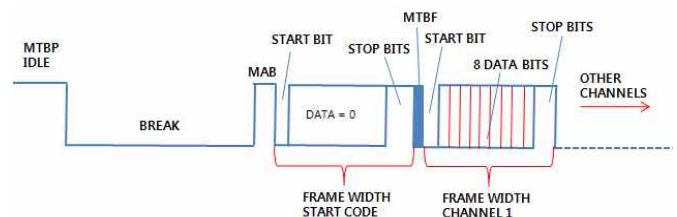


그림 1. DMX512 프로토콜

그림 1은 DMX512 프로토콜을 나타내고 있다. 그림 1과 같은 프레임으로 데이터를 전송함으로써 시스템과 연결된 LED를 제어할 수 있다. DMX512 프레임 전송방법은 RS-485 통신 방법을 기반으로 하고 있으며 비동기식으로 8비트의 데이터 영역과 2비트의 stop bit로 구성되어 250kbps의 통신 속도로 전송된다. 비동기식 통신 방법이기 때문에 250kbps의 통신 속도를 유지해야 하며 각 개별 비트는 4usec 동안에 전송이 완료되어야 한다. 즉, 하나의 LED를 제어하는데 필요한 데이터 프레임은 start bit (1), data bit (8), stop bit(2)로써 11개의 비트로 구성되며 하나의 데이터 프레임의 전송 시간은 44usec로 고정된다. DMX512 프로토콜의 시작 프레임을 알리는 구간은 그림 1에서 break 부분이다. Low 신호를 최소 88usec에서 최대 1sec 이내에 전송함으로써 DMX512 프로토콜의 시작을 알리며 8usec 동안 MAB 신호를 전송하고 각 LED의 출력 세기를 결정하는 데이터 신호의 전송을 준비하게 한다. LED의 출력을 결정하는 데이터 신호는 그 시작을 알리기 위해서 start code 부분을 먼저 전송한다. start code는 데이터의 값이 0인 하나의 데이터 프레임이며 start code 이후에는 실제 LED 데이터가 전송된다.

하나의 데이터 프레임은 0부터 255까지의 값을 나타낸다. 그림 2는 값 '91'에 대한 하나의 데이터 프레임을 표현하고 있다. 하나의 데이터 프레임은 LED의 한 채널을 제어하며 데이터 프레임에 표현된 값은 한 채널에 대한 빛의 세기라고 할 수 있다. 예를 들어 3채널의 값을 표현할 수 있는 LED를 제어하는 경우 LED는 Red, Green, Blue 값을 표현할 수 있으며 하나의 LED를 제어하기 위해서는 3개의 데이터 프레임이 필요하게 된다. 즉, 첫 번째 데이터 프레임은 LED의 Red 색상을 표현하고 두 번째 데이터 프레임은 Green 색상을 표현한다. 마찬가지로 세 번째 데이터 프레임은 Blue 색상을 표현한다. 만약 3개의 데이터 프레임의 값이 '255, 0, 0' 이라고 한다면 LED에는 Red 색상의 출력이 최대치가 되어 표현이 되며 '255, 255, 0'의 경우에는 LED에는 Red와 Green이 섞인 빛이 최대로 출력되게 된다. DMX512의 '512'는 최대 제어 가능한 데이터 프레임의 수를 나타내며 3개의 채널로 구성된 LED를 제어하는 경우 약 170개의 LED를 개별적으로 제어할 수 있다.

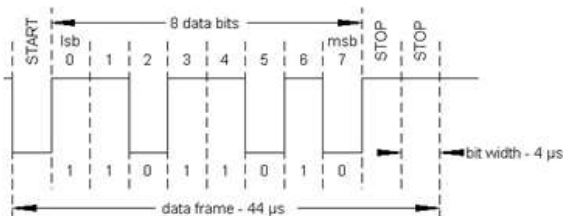


그림 2. 값 '91'에 대한 데이터 프레임

2.2 DMX512 유선 제어 기법의 한계

LED를 제어하는 조광 시스템은 일반적으로 유선 환경에서 동작한다. 그리고 일반 PC에서 DMX512 프로토콜을 이용하여 LED를 제어하는 경우 통신 속도의 문제가

발생하여 상이한 통신 속도를 조절하는 별도의 시스템을 요구한다. 그림 3은 유선 방식으로 LED를 제어하는 시스템의 예를 나타내고 있다. 그림 3의 시스템은 PC와 연결되어 통신 속도를 조절하고 DMX512 프로토콜을 생성하는 트랜시버와 트랜시버로부터 받은 데이터를 이용하여 LED를 제어하는 리시버로 구성된다.

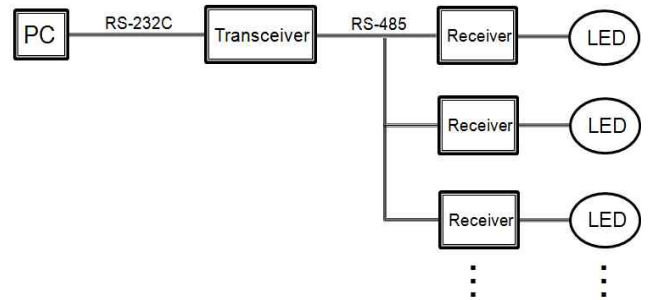


그림 3. 유선 환경의 LED 제어 시스템의 구조 예

하지만 유선으로 LED를 제어하는 시스템은 몇 가지 문제점을 갖는다. 먼저 설치비용 문제이다. 유선 환경에서 동작하는 시스템은 제어하는 LED의 수에 비례하여 많은 제어 선들이 필요하게 되고 이를 설치하기 위한 시간과 인력 비용이 발생하게 된다. 특히 넓은 지역의 조명을 제어하는 시스템의 경우 그 비용이 매우 커지게 된다. 두 번째는 많은 유지/보수비용이다. 유선 시스템의 특성상 환경에 따라 회선의 불량이나 접지의 불량이 발생할 수 있다. 이러한 불량 회선을 점검하고 해결하기 위해서는 많은 비용이 소모된다. 마지막으로 설치 지역의 제약성이다. 유선 환경의 시스템은 넓은 지역의 조명을 제어하는 것이 어렵다. 신호선의 특성상 신호가 도달할 수 있는 최대거리가 존재하기 때문에 넓은 지역을 한번에 제어하기 위해서는 추가적인 장비나 비용이 요구된다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 [2]에서와 같이 무선 환경에서 조명을 제어할 수 있는 기법들이 연구되고 있다.

2.3 기존 무선 시스템의 한계

[2]에서는 WiFi 기반 무선 LED제어 시스템을 소개하였다. WiFi를 이용한 시스템은 전파 도달거리가 최대 200m에 불과하고 추가적인 AP(Access Point) 설치 비용이 발생하는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 Zigbee를 이용할 수 있다.

Zigbee는 프로토콜 구조가 단순하고 설치 및 설정을 쉽게 할 수 있다는 장점이 있으며 저전력 이므로 배터리 하나로 수년 동안 지속적으로 운영할 수 있을 뿐만 아니라 설치비용이 저렴하다는 장점이 있다. WiFi에 비해 통신거리가 100m로 짧다는 단점이 있지만 네트워크의 확장성이 용이하기 때문에(최대 65,536개) 다수의 Zigbee를 사용할 경우 전파 도달거리에 제한이 없어진다.

이 논문에서는 이러한 Zigbee의 이점을 이용하여 Zigbee를 이용한 LED제어 프로토콜인 Z-DMX512를 설계하고 구현한다.

3. Z-DMX512 프로토콜

3.1 무선 제어 조명 시스템 구조

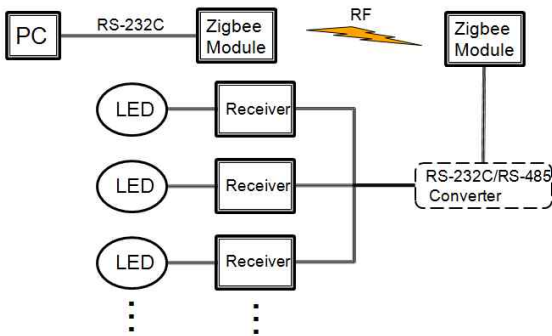


그림 4. Z-DMX512 시스템 구조

그림 4는 Z-DMX512 프로토콜을 이용하는 무선 제어 조명 시스템의 구조이다. PC와 연결된 송신부 Zigbee Module은 PC로부터 LED를 제어하기 위한 데이터를 전송받아 수신부 Zigbee Module로 데이터를 전송한다. 송신부와 수신부 Zigbee Module은 RF 통신으로 무선 통신을 하고 데이터 전송 프로토콜은 다음 장에서 설명하는 Z-DMX512 프로토콜을 이용한다. 수신부 Zigbee Module은 Z-DMX512 프로토콜에 포함된 LED 제어 데이터를 추출하여 DMX512 프로토콜로 변환한 후에 RS-232C/RS-485 컨버터로 데이터를 전송한다. 그리고 RS-232C/RS-485 컨버터는 통신 인터페이스를 변환한 다음 각각의 리시버로 데이터를 송신한다.

3.2 Z-DMX512 프로토콜 정의

표 1. TinyOS 프로토콜

Address	Message Type	Group ID	Data Length	Data	CRC		
0	1	2	3	4	5...n-2	n-1	n

0,1 : address
직렬 포트인 경우 0x007e
RF(broadcasting)인 경우 0xffff

2 : type
 ■ AMTYPE_XUART = 0x00

3 : Group ID
 default = 0x7d

4 : length
 데이터 길이

5~n-2 : 데이터

n-1~n : CRC16

Zigbee 무선 통신을 이용하기 위해 임베디드 운영체제인 TinyOS 환경에서 프로그램을 작성하여 하드웨어에 포팅이 이루어진다. 따라서 TinyOS의 무선 통신 프로토콜을 이용하여 Z-DMX512 프로토콜을 정의하는 것이 필요하다. TinyOS의 무선 통신 프로토콜은 그림 1과 같으며 TinyOS 프로토콜의 Data 부분에 Z-DMX512 프로토콜을 정의한다. 즉, RF 통신이 발생하는 송/수신부 Zigbee Module은 TinyOS 무선 통신 프로토콜에 기반한 데이터 전송을 실시하고 프로토콜 내에 정의된 Data 영역의 Z-DMX512 프로토콜을 이용하여 LED 제어를 실시하는 것이다.

그림 5는 TinyOS의 무선 데이터 통신 프로토콜과 제어하는 Z-DMX512 프로토콜의 관계를 표현하고 있다. Z-DMX512 프로토콜의 Data 영역의 데이터는 DMX512 프로토콜로 변환되어 LED를 제어하는 데이터로 이용된다. Z-DMX512 프로토콜은 먼저 목적지의 주소 값을 갖고 두 번째 값은 데이터 프레임의 시퀀스를 나타낸다. 세 번째 값은 LED 제어에 이용되는 제어 데이터를 나타낸다. Z-DMX512 프로토콜의 제어 데이터 영역은 수신부 Zigbee Module에 의해 DMX512 프로토콜로 변환되어 LED를 제어하게 된다.

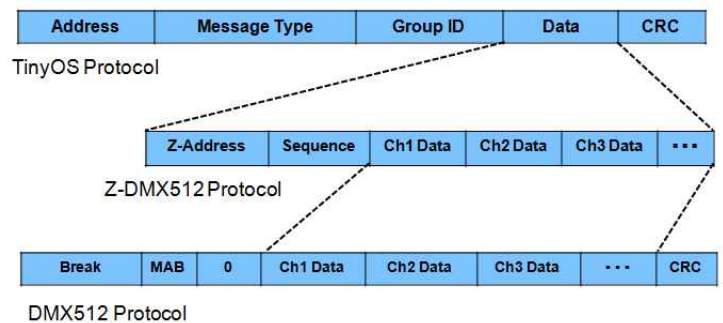


그림 5. Z-DMX512 프로토콜

목적지의 주소값을 나타내는 Z-Address는 수신부 Zigbee Module에 정의된 주소 값이다. 즉, 송신부 Zigbee Module은 특정 주소 값을 갖는 수신부 Zigbee Module로 데이터를 전송할 수 있다. 따라서 Z-Address를 통해서 전체 LED를 제어할 수 있을 뿐만 아니라 부분적인 제어를 할 수 있다. 또한 Z-Address를 통해 512 채널만을 제어할 수밖에 없는 DMX512 프로토콜의 제약을 극복할 수 있다. Z-Address의 정의에 따라 512 채널 이상의 많은 수의 LED를 그림 6처럼 제어할 수 있기 때문이다. 그리고 그림 6에서처럼 중간 중계기를 통해 원거리의 LED를 제어할 수 있기 때문에 Z-DMX512 프로토콜은 시스템의 확장성이 매우 크다.

데이터 프레임의 시퀀스는 데이터 전송의 순서를 나타낸다. Zigbee 통신을 위한 RF 통신 칩의 하드웨어 특성 상 한 번에 전송할 수 있는 데이터의 크기는 제한되어 있다. 따라서 512채널의 데이터를 한 번에 전송할 수 없기 때문에 부분적으로 그리고 순차적으로 데이터 전송이 이루어지는 것이 필요하고 이를 구분하기 위해 시퀀스

값을 정의하였다.

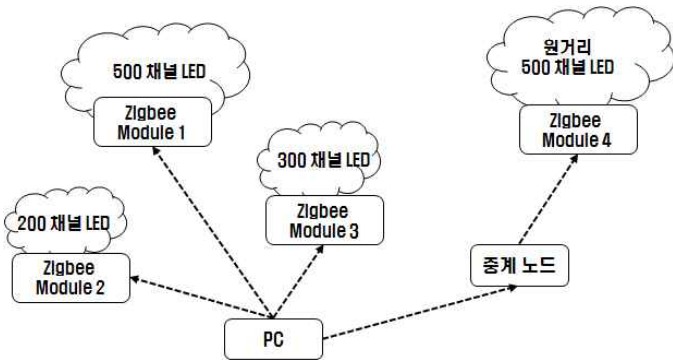


그림 6. Z-DMX512 프로토콜의 이용

3.3 수신부 Zigbee Module 설계

수신부 Zigbee Module은 Z-DMX512 프로토콜로 전송받은 데이터를 이용하여 DMX512 프로토콜로 데이터를 변환하는 역할을 한다. 먼저 수신 모듈이 데이터를 받게 되면 자신에게 정의된 Z-Address와 데이터의 Z-Address를 확인한다. 그리고 자신의 Z-Address와 일치하는 경우 LED 제어 데이터인 Z-DMX512 프로토콜의 Data 영역을 확인한다. 각 채널을 제어하는 LED 제어 데이터는 수신 모듈에 의해 DMX512 프로토콜로 변환되고 LED를 제어한다.

4. 무선 LED 제어 시스템 구현

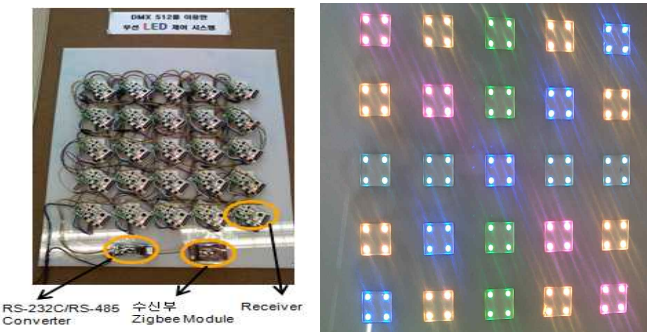


그림 7. 무선 제어 LED 조명 시스템



그림 8. LED 제어 시스템 UI

그림 7은 Z-DMX512 프로토콜을 사용한 무선 제어 LED 시스템의 구현한 것이다. 시스템은 수신부 Zigbee Module과 RS-232C/RS-485 컨버터, 그리고 DMX 리시

버와 LED로 구성된다. PC와 연결된 송신부 Zigbee Module은 LED 제어 UI(그림 8)로부터의 데이터를 수신 모듈로 전송한다. 구현 시스템은 25개의 3채널 LED를 작동시키기 때문에 총 75채널의 LED 데이터를 제어할 수 있으며 구현 시스템을 통해 Z-DMX512 프로토콜의 동작을 확인하였다.

수신 모듈은 범용 Atmega128 MCU를 이용하는 한백전자의 ZigbeX Kit를 사용하였고 TinyOS 1.0 기반 Nesc로 개발하였다. 또한 PC의 LED제어 사용자 인터페이스는 Windows XP 기반 Visual studio 2005로 개발하였다.

5. 결론 및 향후연구

이 논문에서는 무선 환경에서 LED를 제어하기 위해 Zigbee를 이용하는 Z-DMX512 프로토콜을 제안하였다. Z-DMX512 프로토콜은 Z-address와 sequence, 그리고 LED 제어 데이터를 포함하며 기존의 유선 시스템이 가지는 문제점을 해결한다. 특히 유선 환경에서의 시스템은 광범위 지역의 조명 장치를 제어하는데 한계가 있었지만 Z-DMX512 프로토콜을 이용하여 이러한 문제를 해결할 수 있다.

향후 연구로는 사용자가 손쉽게 다양한 조명 연출 효과를 구현할 수 있도록 데이터베이스를 연동한 시스템 조명 제어 시스템을 개발하고자 한다. 그리고 개인이 LED를 직접 제어할 수 있는 휴대용 LED 제어 단말 장치를 개발하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 김철오, 임계영, “정전류 LED 구동방식을 사용한 DMX512 수신 장치 제작”, 한국조명·전기설비학회 추계학술대회 논문집, pp.121-124, 2009.
- [2] 손수국, 한영석, “LED 조명장치를 위한 새로운 WDMX 제어기의 구현”, 조명·전기설비학회 논문지, pp.1~7, 2008
- [3] 손수국, “배전설비를 위한 임베디드 무선랜 기술개발” 조명·전기설비학회 논문지, pp.126-134, 2006
- [4] 웹사이트 <http://www.dmx512.co.kr>